CCM 의 해상력 평가를 위한 SFR 측정법 구현

*홍성철 [1]
[1] ㈜이즈미디어

SFR implementation of CCM Inspection System

*S. C. Hong[1]
[1] IsMedia Inc.

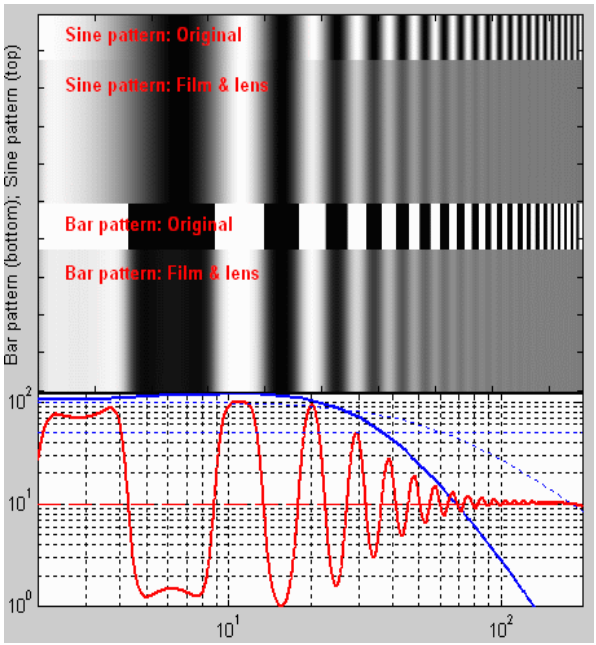
Key words : SFR, CCM 평가기

1. 서론

Camera 혹은 Digital Camera 의 광학계 성능을 평가하는 방법 중 가장 중요한 요소는 해상력의 측정 및 평가라 할 수 있다. Mobile Phone 의 기본 장착품으로 자리잡은 후 그 사용 용도가 다양화 되고 있는 CCM(Compact Camera Module)의 생산공정에서도 여타의 Camera 와 마찬가지로 생산 제품 전량에 대한 해상력 측정 공정을 포함하고 있다.

특히, 고정 초점 방식 CCM 의 경우 생산 공정의 후반부에 각 CCM 에 부착된 Lens 의 Focus 를 조정하는 공정이 필수적이므로 이를 위해 최적의 Focus 지점을 찾아 주는 측정 소프트웨어의 도움 또한 필수적이라 할 수 있다.

이전 방법은 Bar chart 를 이용한 contrast 측정법이 주 였으나 Chart 의 해상도에 따라 다른 결과가 나오며, 측정 스펙에 따라 Chart 의 최적 스펙을 찾아 적용해야 하는 어려움이 있어 객관적이고 범용적인 결과를 기대하기 어렵다.



[그림 1] Bar Pattern MTF Curve vs Sine Pattern MTF Curve

SFR 은 ISO 에서 표준으로 지정한 Digital Camera 의 해상력 측정 방법이므로, 모든 Mobile Phone 생산 업체들에게 객관적이며 범용적인 해상력 평가 수단을 제공할 수 있다.

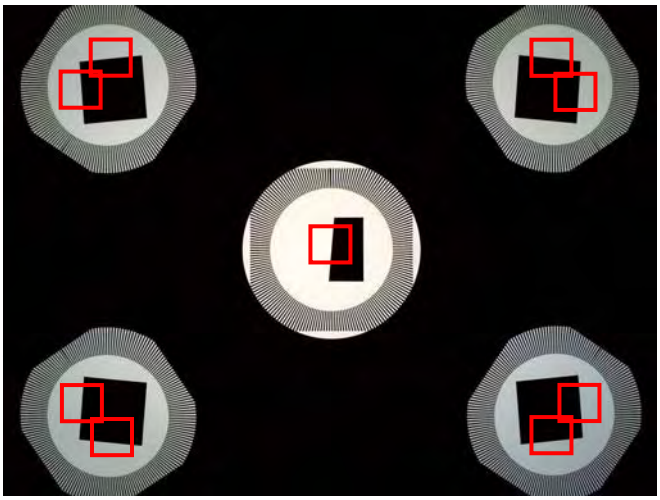
카메라 모듈의 검사 장비(CCM 평가기)에서 영상의 Focus 를 검사하고자 할 경우에는 MTF(Modulation Transfer Function) 를 이용한 측정 방법을 주로 사용하고 있다. 이 방법이 객관적인 렌즈 및 카메라 모듈의 성능 측정 방법으로 알려져 왔고 그에 따른 다양한 검사 모델이 산업 현장에 적용되고 있는 상황이다.

그러나, 이러한 MTF 를 이용한 Focus 검사에는 사용자별 객관적인 결과 도출이 어렵고 재현성에도 한계가 있다. 이러한 문제점을 극복하고자 다양한 개선책들이 제시되어 왔고 현재에는 SFR(Spatial Frequency Response) 을 이용한 검사방법이 위에서 언급한 단점들을 대체할 만한 방법으로 제시되고 있다.

본 연구는 이러한 SFR 측정 방법을 산업현장에 적용하고 그 적용 가능성을 살펴보기로 한다.

2. SFR 차트

일반적으로 MTF 를 사용한 포커스 검사에는 PIMA 차트가 사용된다. 물론, SFR 를 이용한 검사에도 PIMA 차트에서 특정 영역만을 사용할 수도 있다. 그러나, 대부분 slanted edge 를 가지는 사각형을 적절히 사용하게 된다. 본 연구에서는 [그림 2] 와 같은 1600x1200 의 UXGA 급 차트를 사용하였다.



[그림 2] 사용된 SFR 차트

이러한 SFR 알고리즘을 CCM 평가기 시스템에 적용하기 위해서는 선결되어야 할 것이 있다. 이것은 전체 영역에서 SFR 측정 검사 영역의 위치를 찾는 부분이다 즉, CCM 평가기 시스템 특성상 검사 모듈이 수시로 변경이 된다. 이렇게 변경될 경우에 SFR 검사 영역을 찾는데 검사 영역이 A 모듈 검사할 때와 B 모듈 검사 할 때 틀리게 되면 두 모듈별 SFR 검사 값을 상대적으로 비교하기 힘들어지게 된다. 이러한 문제는 검사하는 시료의 측정 해상도가

낮아질수록 더 심해지는 경향이 있다. 따라서, 산업 현장에서 사용되는 CCM 평가기 시스템에 SFR 을 적용하기 위해서는 먼저 측정영역을 얼마나 일관되게 찾는가 하는 것이 중요하다 할 수 있다.

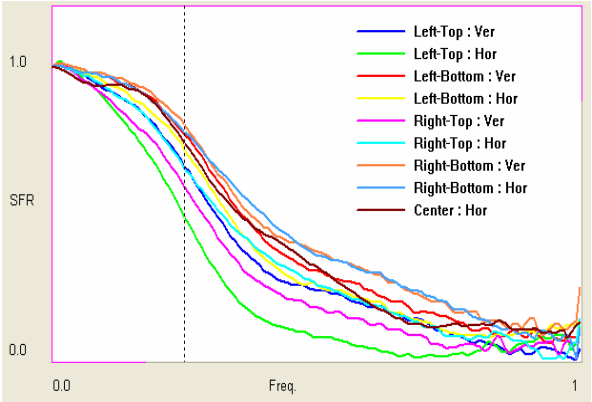
본 연구에서는 Blob 알고리즘을 이용하여 외곽과 중앙의 사각형을 찾는다. 그렇게 찾은 사각형의 외접 사각형을 기준으로 측정 영역을 찾게 된다. 이런 방법을 적용할 경우 상대적으로 정밀하게 측정 영역을 찾을 수 있게 된다. 그러나, 일반적인 Blob 알고리즘을 사용할 경우 다른 문제점이 발생하는데 그것은 동작 시간이 많이 소요된다는 점이다. 이러한 동작 시간 문제는 모듈 검사 시 FPS 를 떨어뜨리는 가장 주된 요인이 되고, 실제 생산 라인에서는 수율과 밀접한 관계를 가지게 된다.

그리고, CCM 평가기 시스템에 SFR 을 적용하기 위한 또 다른 고려 사항은 알고리즘 처리 속도 문제이다. 예를 들어 ISO 12233 에서 제시된 알고리즘을 사용하고, [그림 2]의 차트를 사용하고 128x128 크기의 검사 영역을 설정하면, 한 개의 SFR 검사 영역에 약 25~30msec 정도의 시간이 소요된다. 이러한 검사를 9 개 영역에서 실시하게 되면 산술적으로 최대 270msec 의 시간이 소요되게 된다. 여기에 여분의 시간을 더하게 되면, 한 화면에서 9 개의 SFR 영역을 검사할 경우 최대 3.3 fps 의 속도가 한계속도임을 추측할 수 있다. 이 정도의 fps 는 작업자가 수동으로 렌즈를 조절하면서 최적의 포커스를 찾아가고자 할 때 반응 속도가 느리다고 느낄 수 있고, 이런 점은 수율에 영향을 줄 수 있다. 이에 본 연구에서는 ISO 12233 에서 제시된 알고리즘에 어셈블리 코드를 적용하여 최적화를 수행하였다.

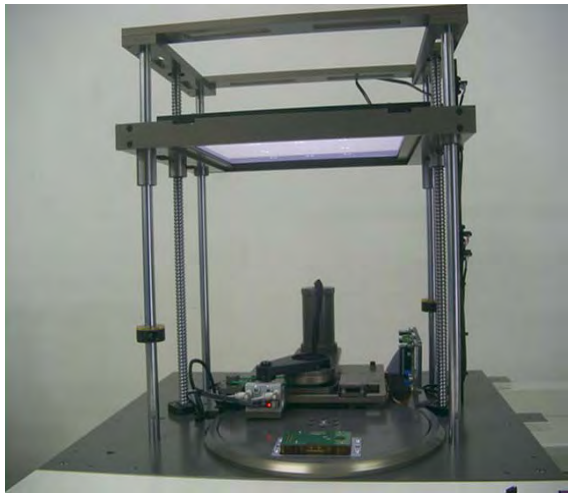
이렇게 검사 영역을 찾는 최적의 방법과 SFR 계산의 속도를 향상 시키기 위하여 알고리즘에 어셈블리 코드를 적용하여 본 연구에서는 다음과 같은 속도 향상을 얻을 수 있었다.

CPU 2.4GHz → 6.x fps
CPU 2.8GHz → 8.x fps
CPU 3.2GHz → 10.x fps

이 결과에서 알 수 있듯이 측정 시스템의 사양, 주로 CPU 의 성능에 따라 FPS 의 값이 영향을 받음을 알 수 있고, 또한 알고리즘 코드의 개선이 전체 처리 시간에 막대한 영향을 미치는 것을 알 수 있다.



[그림 3] SFR 결과 Curve



[그림 4] 실제 구현 장비 외관

4. 결론

[그림 4]는 실제 구현된 장비 외관이며, Focus 검사 방법으로 MTF 를 사용한 방법에서 SFR 을 이용한 방법을 CCM 평가기에 적용 하였다. 1600x1200 해상도의 모듈 검사 시 검사 영역 최적화와 SFR 알고리즘의 최적화로 CPU 3.2GHz 의 시스템에서 최대 10 fps 의 속도 향상을 얻을 수 있었다.

CCM 평가기 시스템의 Focus 검사는 Mobile Phone 업체들은 중요한 검사 항목 중 하나이다. 이러한 Focus 검사 결과의 객관성 및 범용성을 위한 방법 중 본 연구는 SFR 을 실제 검사 공정에 적용하여 보았고, 적용 시 성능을 향상시키기 위해서 SFR 의 계산 속도 향상이 전체 공정에 많은 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

5. 후기

본 연구는 산업자원부에서 주관하는 중기거점 사업인 “휴대폰용 카메라 모듈 검사 장비”의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. ISO 12233, Photography-Electronic still-picture cameras-Resolution measurements, First edition, 2000-09-01.